

Karolina PERZ

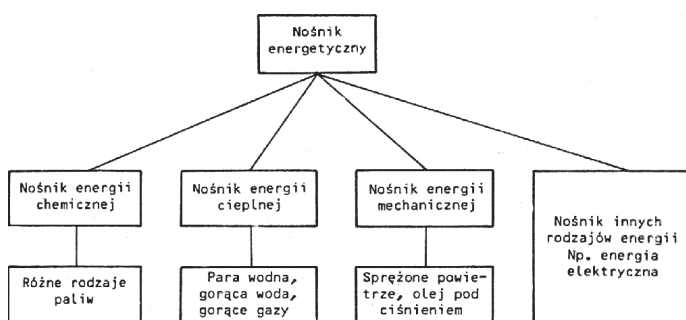
e-mail: karolina.perz@put.poznan.pl

Wydział Maszyn Roboczych i Transportu, Politechnika Poznańska, Poznań

Zanieczyszczenia sprężonego powietrza stosowanego w przemyśle spożywczym

Wprowadzenie

Energia jest jednym z zasadniczych czynników w działalności gospodarczej. Występuje w różnych formach np.: energia mechaniczna, potencjalna, kinetyczna, chemiczna, jądrowa, itp. W racjonalnej gospodarce energetycznej w zakładzie przemysłowym należy dokonać wyboru nośnika energii odpowiedniego do istniejących warunków. Pojęciem tym określa się medium, za pomocą którego można magazynować lub transportować odpowiedni rodzaj energii. W procesach wymiany ciepła typowych dla przemysłu spożywczego nośnikami energii cieplnej mogą być paliwa, gazy spalinowe, powietrze, gorąca woda czy para wodna. Podstawowy podział nośników wg [1] przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Podział nośników energii [1]

Wybór nośnika energii zależy przede wszystkim od możliwości zastosowania go w konkretnej maszynie czy urządzeniu, jak też od jego parametrów, takich jak:

- wartość cieplna
- zawartość części palnych (węgiel, wodór, siarka),
- zawartość cząstek niepalnych, w tym zawartość popiołu i wilgoci,
- stan skupienia,
- dostępność.

Celem pracy jest ocena doboru sprężonego powietrza, jako nośnika energii w przemyśle spożywczym, ze względu na jego czystość, która ma zapewnić odpowiedni stan higieniczny, wpływający na aseptyczność prowadzonych procesów technologicznych.

Zastosowanie sprężonego powietrza w przemyśle spożywczym

Pneumatyka jest jedną z najstarszych dziedzin techniki, a jej atrakcyjność wśród technik mechanizujących i automatyzujących procesy produkcyjne ciągle rośnie. Powietrze jako nośnik jest szeroko stosowane w różnych procesach technologicznych.

Sprężone powietrze w przemyśle spożywczym wykorzystuje się między innymi w liniach napełniających, laboratoriach, do drylowania, rozdrabniania, siekania, rozpylania, suszenia rozpyłowego, pakowania próżniowego, homogenizacji, fluidyzacji, odpowietrzania, zagęszczania materiałów proszkowych (poprzez odsysanie powietrza) lub do filtrowania cieczy i gazów, napowietrzania, udrażniania, spulchniania, podcinania nawisów oraz transportu materiałów sypkich.

Sprężone powietrze w przemyśle spożywczym w zależności od zastosowania powinno posiadać odpowiednią klasę czystości. W operacjach technologicznych, w których powietrze nie ma bezpośredniego styku z produkowaną żywnością, nie wymaga bardzo dokładnego oczyszczania.

Powietrze o niskim stopniu oczyszczenia stosuje się m.in. w silownikach pneumatycznych w przemyśle mięsnym i owocowo-warzywnym w procesach cięcia i siekania produktów. Stosuje się je również w procesach oczyszczania produktów zwierzęcych, a także np. do wciskania orzechów laskowych do czekolady. Jednym z ciekawszych rozwiązań są silowniki prasujące do formowania serów żółtych.

Sprężone powietrze stosowane jest też w napędach z prowadzeniem, które służą do precyzyjnego przemieszczania surowców, półproduktów i produktów na liniach produkcyjnych np. przy produkcji pieczywa czy słodyczy (Rys. 2).



Rys. 2 Przenośnik pneumatyczny do bułek [3]

Pneumatyczne systemy napędów i sterowania wykorzystywane są w zautomatyzowanym transporcie produktów, poczynając od surowca, a kończąc na załadunku produktu finalnego, w ważeniu (porcjowaniu), regulacji i dozowaniu mediów: płynnych (jak woda, olej), gazowych (para wodna, tlen, gazy techniczne), sypkich (sól, proszkowe produkty spożywcze, granulaty), lepkich (jogurty, majonez, melasa).

Często też sprężone powietrze stosowane jest w procesach mycia i pianowania maszyn i urządzeń w przemyśle spożywczym. Używa się do tego celu myjek ciśnieniowych i wysokociśnieniowych (25–120 bar).

W ciągach technologicznych stosowane są też linie centralnego odkurzania stanowisk paczkujących, gdzie pojawiają się zanieczyszczenia fragmentami produktów, np. podczas pakowania paluszków, przypraw czy kawy. Operacją kluczową jest tutaj przedmuch sprężonym powietrzem.

Rodzaje zanieczyszczeń występujących w instalacjach sprężonego powietrza

Sprężone powietrze jest uważane za bezpieczne i czyste (po wcześniejszym odpowiednim przygotowaniu) w porównaniu do innych źródeł energii.

Aby właściwie przygotować powietrze do wykorzystania w procesie technologicznym należy wziąć pod uwagę najczęstsze źródła i rodzaje zanieczyszczeń. Norma [2] w swojej pierwszej części określa trzy

podstawowe rodzaje zanieczyszczeń najczęściej występujące w instalacjach sprężonego powietrza. Stanowią je cząstki stałe, cząstki wody i oleju (zarówno w formie pary jak i aerozolu). Każde z tych zanieczyszczeń podzielone jest na odpowiednie kategorie i w zależności od wielkości cząstek określona jest klasa czystości powietrza, poczynając od najbardziej rygorystycznej klasy 0 do klasy 9.

Zanieczyszczenia mogą pochodzić z trzech źródeł:

- z otaczającego powietrza, zasysane do układu w postaci pary wodnej, par węglowodorów, cząstek i pyłów zawartych w powietrzu atmosferycznym, itp.,
- z układu stosowanego do obróbki mechanicznej (najczęściej sprężarki), np. w postaci cząstek oleju pochodzącego ze sprężarki, produktów zużycia itp.,
- z układu służącego do dystrybucji powietrza (zbiorników powietrza, rurociągów). Są to najczęściej zanieczyszczenia w postaci rdzy, zgorzeli, osadów mineralnych i bakterii.

Zanieczyszczenia w postaci pary wodnej

Powietrze atmosferyczne zawsze zawiera parę wodną. Gdy powietrze jest sprężane, ciśnienie cząstkowe pary wodnej wzrasta, ale dzięki równoczesnemu wzrostowi temperatury powietrza na skutek sprężania, woda nie wykrapla się. Gdy powietrze jest następnie chłodzone (np. w chłodnicy międzystopniowej lub końcowej, w rurociągu rozprowadzającym bądź podczas rozprężania w urządzeniu o napędzie pneumatycznym) woda wykropli się, a powietrze będzie nasycone parą wodną. Wilgoć ta może być przyczyną korozji, zamarzania, itp. wpływając niekorzystnie na jakość końcowego produktu.

Para wodna dostaje się do obiegu sprężonego powietrza najczęściej przez wlot powietrza atmosferycznego. Skroplona para wodna stanowi większość płynnych zanieczyszczeń pojawiających się w instalacjach sprężonego powietrza. Wilgoć ta może powodować psucie się produktów spożywczych przy bezpośrednim styku produktu z powietrzem lub powodować awarię części pneumatycznych maszyn i urządzeń. Styk wilgotnego powietrza z produktem powoduje namnażanie się bakterii – sprężone powietrze dla przemysłu spożywczego powinno więc być suche, aby ograniczyć ryzyko rozwoju mikroorganizmów.

Ponieważ sprężone powietrze w operacjach przetwarzania żywności bardzo często styka się bezpośrednio z produktem, w instalacji uzdatniania powietrza stosuje się osuszacz powietrza. Osuszacze adsorpcyjne wykorzystują aktywny tlenek glinu do adsorpcji pary wodnej z powietrza, przez co pozwalają na uzyskanie jakości powietrza klasy 2 [2], która jest odpowiednia dla przemysłu spożywczego. Ten poziom wilgotności powietrza pozwala na wyeliminowanie efektu namnażania się bakterii.

Zanieczyszczenia w postaci oleju

Olej jest zanieczyszczeniem najszerzej omówionym w normie [2]. W przemyśle spożywczym sprężone powietrze nie może bowiem zawierać nawet śladowych ilości oleju. Użytkownik sprężonego powietrza ma do wyboru kilka technologii jego otrzymywania i określa jaka technologia spełnia jego wymagania co do czystości.

Można wybrać sprężarkę olejową, której koszt zakupu jest zazwyczaj niższy i posiada również niskie koszty eksploatacji. Należy jednak liczyć się z tym, że w zależności od wieku sprężarki i od programu jej smarowania do powietrza będą wprowadzane cząstki oleju. Jest to nieuniknione podczas eksploatacji sprężarek olejowych.

Alternatywą jest sprężarka bezolejowa, której koszty inwestycyjne są większe, a także wyższe są koszty eksploatacyjne. W tym układzie smar potrzebny jest tylko do smarowania łożysk i przekładni, które są oddzielone od komory sprężania. Technologia ta zapobiega migracji smaru do sprężanego powietrza.

Obie te technologie przygotowania powietrza są uzależnione od jakości powietrza dolotowego, które nie zawsze jest wolne od zanieczyszczeń w postaci par węglowodorów (stanowiących główny składnik pa-

liw kopalnych). W zależności od umieszczenia kompresora poziom par oleju może osiągać 20–30 ppm par węglowodorów w powietrzu (w obszarze wysoko uprzemysłowionym). Opary węglowodorów będą się skraplać w systemie rurociągów, a po schłodzeniu będą tworzyć płynne zanieczyszczenia. Aby uzyskać odpowiednią jakość sprężonego powietrza niezbędne jest przeprowadzenie filtracji powietrza dolotowego.

Zanieczyszczenia w postaci cząstek stałych

Zanieczyszczeniami stałymi pojawiającymi się w sprężonym powietrzu są najczęściej pyły. Są one wchłaniane przez sprężarkę wraz z zasysanym powietrzem. Inne cząstki stałe, takie jak produkty zużycia materiałów, rdza itp. mogą także dołączyć do zassanego powietrza podczas jego przepływu przez sprężarkę i połączony z nią rurociąg. Niektóre cząstki stałe mogą zostać zawieszony w smarze i w tym stanie zostaną zatrzymane dopiero przez filtry wylotowe.

W przypadku, gdy rurociąg sprężarki jest dobrze utrzymany, to zawartość rdzy, złuszczeń i innych cząstek stałych zazwyczaj wynosi od 2 do 4 mg/m³. W momencie rozruchu urządzenia lub gdy rury są narażone na uderzenia mechaniczne, ilość zanieczyszczeń może być znacznie wyższa.

Średni wymiar cząstek pyłu wykazuje tendencję wzrostu wraz ze wzrostem stężenia pyłu, które może się zmieniać od wartości pomijalnie małych aż do ponad 1,4 g/m³. Stężenie pyłu można zmniejszyć przez zastosowanie odpowiednich filtrów dobieranych w zależności od stężenia pyłu w zasysanym powietrzu oraz od budowy i zasady działania sprężarki. Oprócz stężenia istotne znaczenie mają również właściwości pyłu: wielkość, kształt cząstek i ich twardość. Małe cząstki pyłu tworzą zazwyczaj osady, a większe (ponad 5 μm) będą powodowały erozję, przy dostatecznie dużej prędkości przepływu powietrza.

Wymiary cząstek zanieczyszczeń stałych można określić za pomocą filtrów kaskadowych (również w wysokich ciśnieniach i wysokich temperaturach). Inną metodą jest wykorzystanie licznika cząstek, w którym stosuje się mikroskopię skaningową cząstek zatrzymanych na membranie o odpowiednich porach.

Stężenie zanieczyszczeń można zmierzyć metodami grawimetrycznymi, które mogą być również stosowane przy wysokich ciśnieniach powietrza, bądź też za pomocą licznika cząstek i fotometrów światła rozproszonego, jednak przy ograniczeniu zastosowania do ciśnienia atmosferycznego. Jako pyły odniesienia można stosować liczne znormalizowane pyły testowe. Zaleca się izokinetyczne pobieranie próbek na wlocie i na wylocie z filtra, przeprowadzane w sposób nie wpływający na rozkład prędkości w rurze głównej.

W przypadku występowania cząstek stałych w sprężonym powietrzu należy również pamiętać, że na te zanieczyszczenia ma wpływ woda i olej. Powodują one aglomerację cząstek i ich adhezję do powierzchni. Jeżeli kilka zanieczyszczeń występuje jednocześnie (co zdarza się często), należy zwrócić uwagę na ich indywidualne określenie.

Podsumowanie

Jakość sprężonego powietrza ma bezpośredni wpływ na produkt finalny w przemyśle spożywczym i dlatego stała się niezbędnym wymogiem. Ponieważ powietrze często jest zanieczyszczone, tak więc dopiero odpowiednie przygotowanie i uzdatnienie umożliwia jego pełne wykorzystanie w procesach produkcyjnych. Nieumiejętne przygotowanie sprężonego powietrza w przemyśle spożywczym może być przyczyną strat spowodowanych obniżeniem jakości produkowanych wyrobów.

LITERATURA

- [1] A. Neryng, J. Wojdalski, J. Budny, E. Krasowski: Energia i woda w przemyśle rolno-spożywczym. WNT, Warszawa 1990
- [2] Sprężone powietrze ogólnego stosowania – PN-ISO 8573.1
- [3] Materiały firmy „ZAP” Z.P. Otko (listopad 2010) <http://zapsj.pl>
- [4] K. Olborska, J. Duszyński, P. Lewicki: Przem. Spoż. nr 8, 60 (2006).
- [5] K. Olborska, J. Duszyński, P. Lewicki: Przem. Spoż. nr 9, 33 (2006).